

团 体 标 准

T/CSAEXX—2020

汽车用中低强度钢与铝自冲铆接一般技术要求

General technical requirements for self-punching riveting of medium and
low strength steel and aluminum for automotive structures

(征求意见稿)

在提交反馈意见时，请将您知道的该标准所涉必要专利信息连同支持性文件一并附上。

2020-XX-03 发布

2020-XX-03 实施

中国汽车工程学会发布

目次

前言 1

汽车用中低强度钢与铝自冲铆接一般技术要求 错误!未定义书签。

1 范围 2

2 引用标准和规范性文件 2

3 术语和定义 2

4 自冲铆接工艺 3

 4.1 自冲铆接工艺步骤 3

 4.2 自冲铆接应用范围 3

5 自冲铆接质量检验方法 4

 5.1 无损伤检查 4

 5.2 破坏性检查方法 8

6 自冲铆接设备 13

7 返修质量评价方法 13

前 言

本标准按照GB/T1.1—2009《标准化工作导则 第1部分：标准的结构和编写》给出的规则起草。

请注意本文件的某些内容可能涉及专利，本文件的发布机构不承担识别这些专利的责任。

本标准由中国汽车轻量化技术创新战略联盟提出。

本标准由中国汽车工程学会批准。

本标准由中国汽车工程学会归口。

本标准起草单位：

本标准主要起草人：

汽车用中低强度钢与铝自冲铆接一般技术要求

1 范围

本标准规定了钢与铝自冲铆接技术的质量评价方法。

本标准适用于汽车钢铝混合车身的质量管控以及判定标准之一。

2 引用标准和规范性文件

ISO 12996 Mechanical joining — Destructive testing of joints — Specimen dimensions and test procedure for tensile shear testing of single joints

ISO/TR 12998 Mechanical joining—Guidelines for fatigue testing of joints

ISO 14270 Specimen dimensions and procedure for mechanized peel testing resistance spot, seam and embossed projection welds

ISO 16273 Mechanical joining — Destructive testing of joints — Specimen dimensions and test procedure for cross-tension testing of single joints

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1 自冲铆接技术：

自冲铆钉在外力（气动、液压或电动等动力）的作用下，通过穿透第一层材料和中间层材料，并在底层材料中进行流动和延展，形成一个相互镶嵌的永久塑性变形的铆钉连接过程，这一过程称作自冲铆接技术，又称为自冲铆连接技术。它可以用于连接各种混合材料组合，如带镀锌层、有机层或预涂装的钢板以及铝钢混合板件或非金属与金属的混合板件材料组合。

3.2 空铆：

铆接时没有铆钉被压入待铆接板材。

3.3 铆钉侧倾：

铆接时铆钉未沿垂向进入板材，而是侧向翻倒嵌入。

3.4 铆钉穿透：

铆钉穿透底层板材。

3.5 铆钉屈服：

铆接时铆钉未形成有效互锁，钉角开始向上弯曲，未形成丰满的铆扣。

3.6 双铆：

在一个已经铆好的铆钉上，再叠加铆接另一个铆钉。

4 自冲铆接工艺

4.1 自冲铆接工艺步骤

图 1 为自冲铆接工艺过程示意图，铆接过程分别为定位、夹紧、送钉、刺穿、变形、成型阶段。

定位、夹紧阶段：

夹具定位被连接工件，预加紧工装向下运动压紧待被连接工件，与此同时，自冲铆钉在冲头垂直向下的作用下对被连接工件进行预压紧。

送钉、刺穿阶段：

在动力源施加外力下，使铆钉刺穿上层工件（和中层材料），并继续运动向下到下层工件。

变形阶段：

铆钉在冲头作用下继续向下运动，下层工件材料发生变形逐渐填充入凹模，铆钉腿部向周围扩张与发生塑性变形的材料，形成了机械互锁结构；

成型阶段：

当自冲铆钉头部（平头铆钉）与上层工件的上表面紧密接触且平齐，且铆钉没有刺穿被连接工件下层材料，即铆接完成。此时冲头和预压紧工装在返程作用力下，返回初始工位。

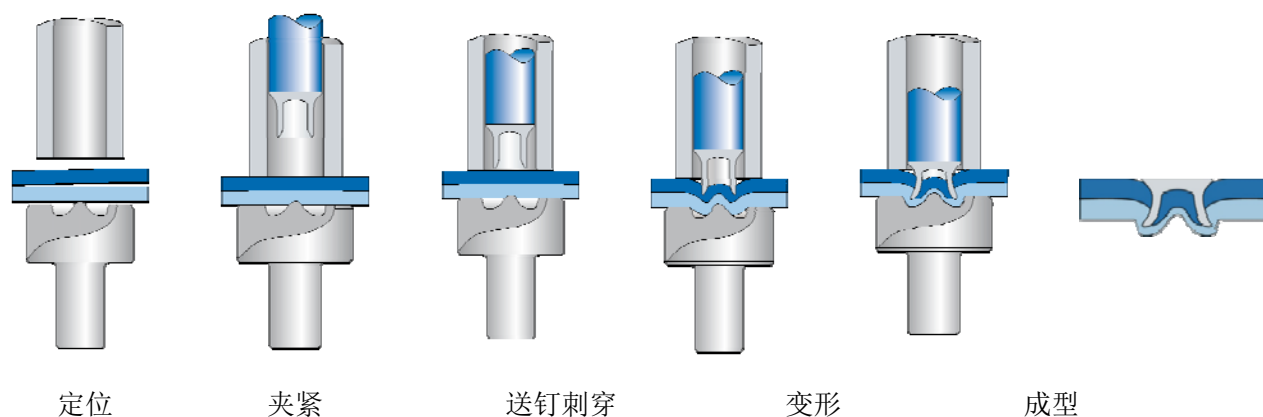


图 1 自冲铆接工艺过程示意图

4.2 自冲铆接应用范围

● 材料选择

1. 最低层板厚度至少为板材组合总厚度的 1/3 ——最低板材厚度 $\geq 0.8\text{mm}$
2. 原则上，抗拉强度小于 1000MPa 的钢材可以自冲铆接，而对于抗拉强度达到或大于 600MPa

的超高强度钢板材料，需要尝试性验证。此外，对于上板层硬度较高的材料铆接，下板层有一定的厚度和韧性要求。；

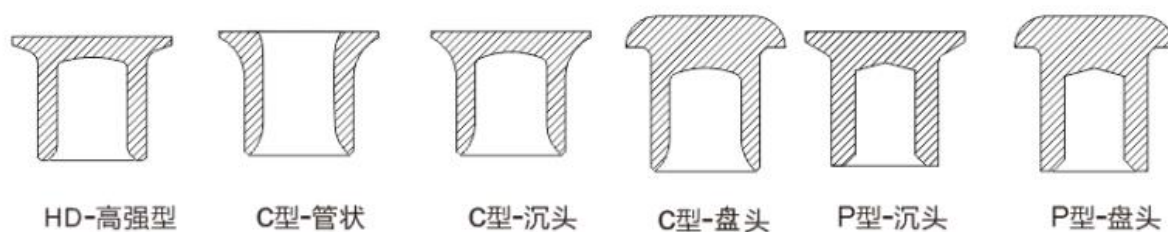
3. 下层板材未经过热处理的最大材料抗拉强度不能超过 600Mpa

- 铆钉选择

直径、长度、硬度、表面镀层、形状等.

铆钉理论长度为： L （铆钉长度）= D （连接材料总厚度）+ 2 mm

自冲铆接应用范围的多样性，也决定了铆钉的多样性，如材质，形状、硬度、表面处理、长度和直径等。常用的铆钉类型见下图。



- 凹模选择

根据不同的材料组合，选用不同的模具类型。常见模具类型有凸点凹模、平底凹模和非标定制凹模。

5 自冲铆接质量检验方法

自冲铆接点连接质量主要有无损伤检查和破坏性检查。

5.1 无损伤检查

通过观察铆接点外观形状、裂纹、铆钉头部高度、底部是否刺穿等参数。此方法靠人工检测，效率低，一致性差。

一个合格的铆接应该与下列标准尺度相吻合：（见下图3）

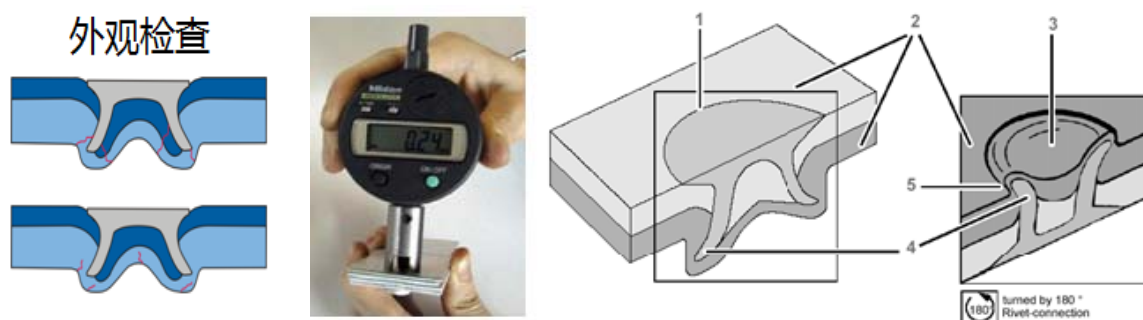


图 3

- 铆钉的头部与工件表面（1）的接触面上不应该超过 $\pm 0.3 \text{ mm}$ 。
- 延展形成锁扣（5）。
- 工件背侧的锁扣（3）应该成型均匀没有裂痕。
- 铆钉四周的材料（2）没有被破坏。
- 钉体必须延展（4）（属于破坏性检测方法）。

目测铆钉头高度和铆接钮扣形状满足合格铆点的形式后，认为铆接合格。

合格铆点的样式如图 4 所示：



铆钉头图示（铝）



铆扣图示（铝）

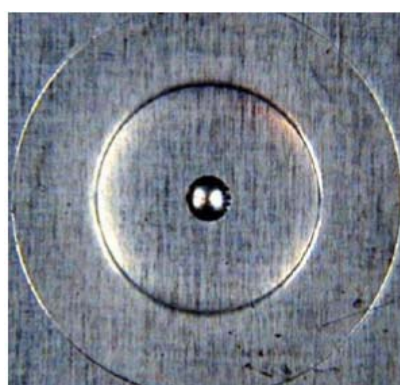
图 4 合格铆点

如果有如下各种情况发生时，即可视为不合格铆接：

(1) 空铆，铆接时没有铆钉被压入待铆接板材，详见图 4、图 5；



铝板被铆杆压出圆形压痕
图4空铆图示-铆钉头



铝板底部被铆模压出压痕
图5空铆图示-铆扣

(2) 铆钉侧倾，铆接时铆钉未沿垂向进入板材，而是侧向翻倒嵌入，详见图6、图7；



铆钉侧倾受压变形

图6铆钉侧倾图示-铆钉头



铆扣严重变形

图7铆钉侧倾图示-铆扣

(3) 铆钉穿透，铆钉穿透底层板材，详见图8；



图8铆钉穿透示意图

(4) 铆钉屈服，铆接时铆钉未形成有效互锁，钉角开始向上弯曲，未形成完全有效的铆扣，详见图9；



图9铆钉屈服示意图

(5) 铆扣开裂，详见图10、图11；



图10铆扣开裂示意图



图11铆扣开裂示意图-铸件

(6) 双铆，在一个已经铆好的铆钉上，再叠加铆接另一个铆钉，详见图12、图13；

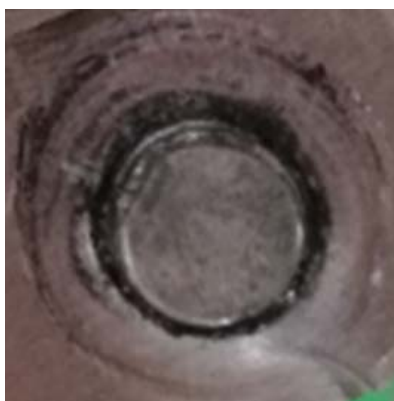


图12双铆钉头示意图



图13双铆铆鼻示意图

(7) 边缘铆接，铆钉铆接在样件的边缘，详见图14、图15；



图14边缘铆接钉头示意图



图15边缘铆扣示意图

(8) 翻钉，详见图16；



图16翻钉示意图

5.2 破坏性检查方法

5.2.1 截面几何尺寸

通过铆接点截面关键几何尺寸参数测量, 评价铆接质量。此种检测方法最直接可靠, 只适合抽检。
截面主要测量几何参数如下图17, 合格铆接点主要满足表1中参数。失效铆点的典型截面见图18-图21。

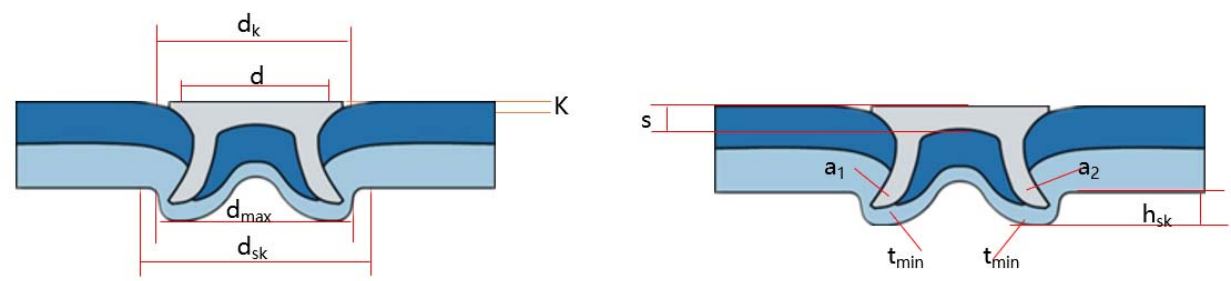


图 17 截面几何参数测量图

- K=铆钉头部位置

dk=铆钉头部直径

d=腿部直径即铆钉直径

dmax=铆钉腿部延展直径

dsk=底部成型点直径

hsk=底部成型点高度
- S=铆钉上部的长度

a1=左边互锁宽度

A2=右边互锁宽度

tmin=剩余材料厚度

hsk=底部成型点高度

	d=5mm	d=3mm
tmin(最小值)	0.15mm	0.10mm
a1, a2	≥ 0.15 mm	≥ 0.10 mm
K	±0.3	≤±0.3

*其中 K 值为非破坏检测, 其余参数值均为破坏后检测。

表 1



图 18 铆钉尾部穿透底层板材

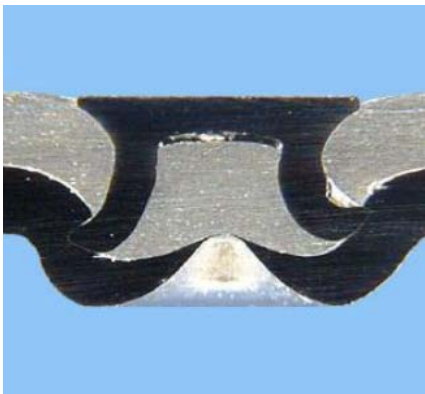


图 19 铆钉屈服蜷缩



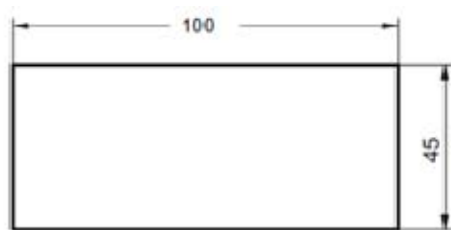
图 20 铆钉和上层板材贴合不紧



图 21 铆角断裂

5.2.2 剪切拉伸性能

剪切拉伸试样尺寸要求和试验方法参照 ISO 12996 标准执行。典型的失效模式有以下 4 种，见图 23-图 26。



力学性能试验试片制作方法：

- 尺寸：100*45mm（长*宽）
- 试片材质、厚度、硬度等等要求与产品完全一致

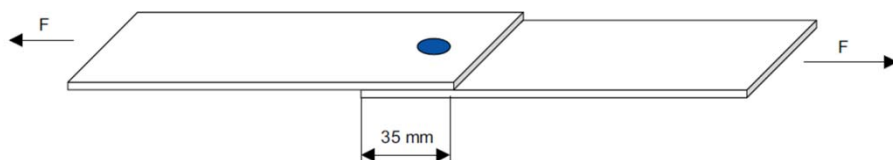


图 22 剪切拉伸测试方法

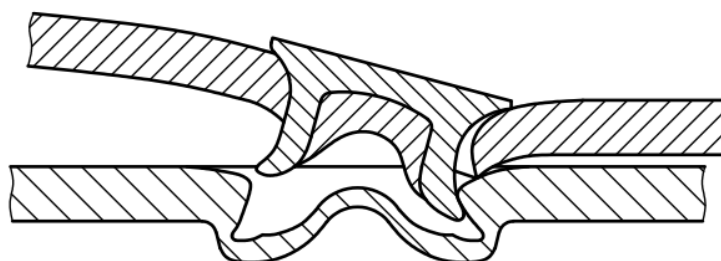


图 23 铆钉从底部板材拉出

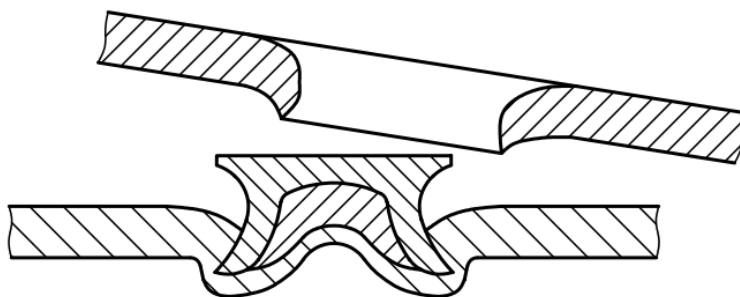


图 24 上层板材从铆钉头中拉出



图 25 板材失效



图 26 铆钉失效

5.2.3 十字拉伸性能

十字拉伸试样尺寸要求和试验方法参照 ISO 16237 标准执行。典型的失效模式有以下 3 种，见图 28-图 30。

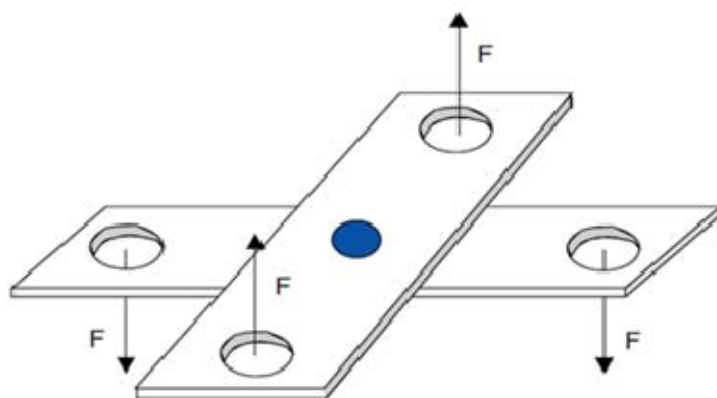


图 27 十字拉伸测试方法

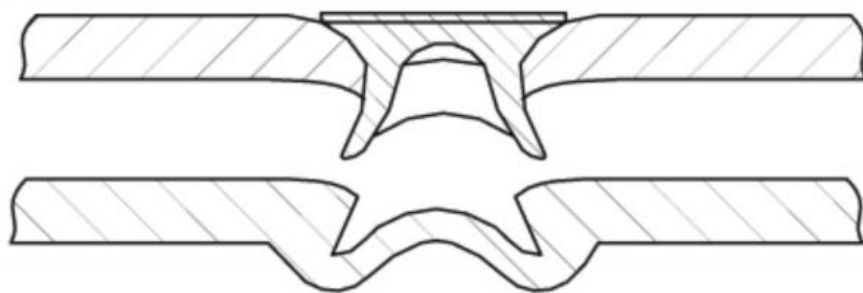


图 28 铆钉从底部板材拉出

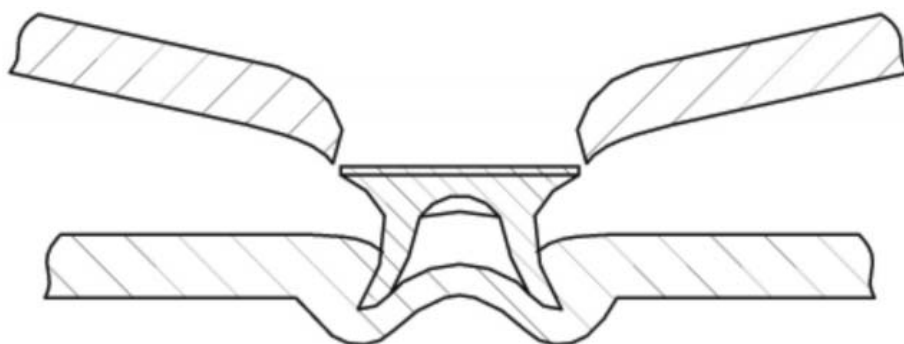


图 29 上层板材从铆钉头处拉断

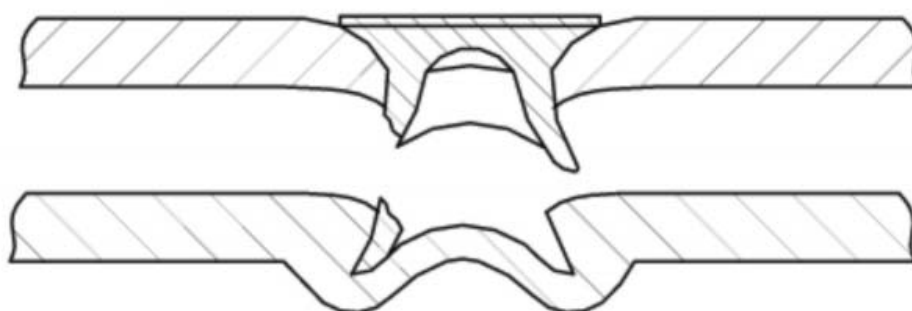


图 30 铆钉失效

5.2.4 剥离性能

剥离性能试样尺寸要求和试验方法可参照 ISO 14270 标准执行。

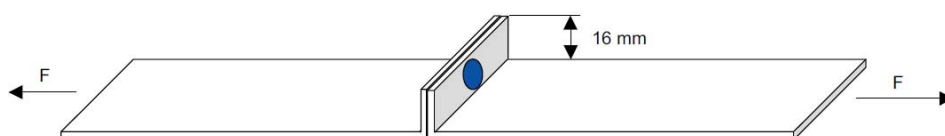


图 31 剥离测试方法

5.2.5 疲劳性能

疲劳性能试样尺寸要求和试验方法参照 ISO/TR 12998 标准执行。

所有的试验都要与实际生产应用的样品一致，同时要将热处理，表面镀层以及粘胶层的应用考虑在里面。此样品如果与以后将要实际应用的不一樣，此连接效果也不能代表以后的应用效果。

6 自冲铆接设备

以下图 24 为例：成套铆接设备由 C 型钳体、铆接系统、控制系统、动力系统和其他辅助装置组成。

C 型钳体的喉深、开口高度等参数根据被连接工件产品确定；

铆接设备系统类型：手动型、自动型；按照安装方式分为固定式、机器人移动式。

送钉方式：手动放钉、带式送钉方式、吹送钉方式等；

动力系统：电池驱动、液压缸驱动、数控伺服驱动等方式；

质量控制：分为外观和几何尺寸检查、铆点力学性能检查和在线质量监控和质量数据追溯管理等。

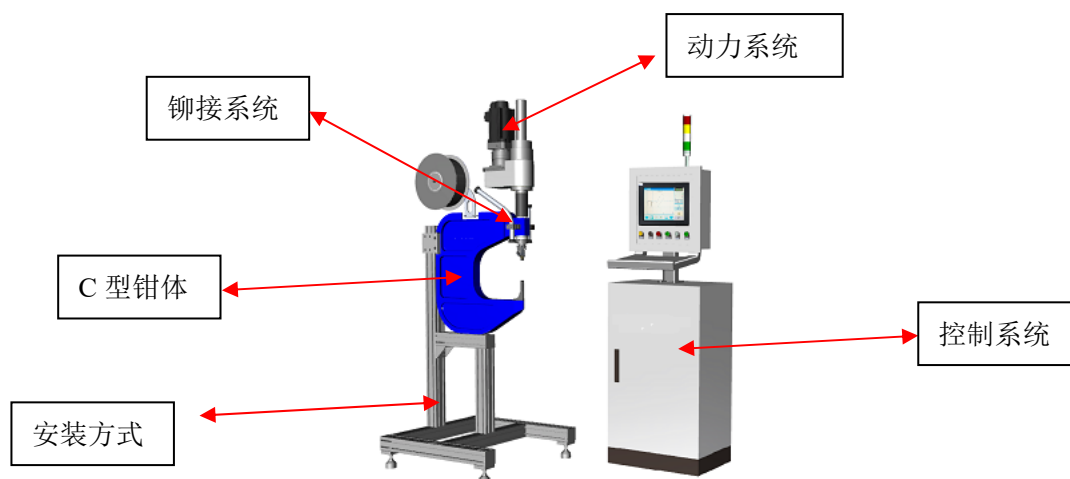


图 24 自冲设备示意图

7 返修质量评价方法

7.1 返修方法

- (1) 当出现漏铆或者铆接缺陷时，在距离正确位置中心 20mm 内相邻位置，手工枪补铆；
- (2) 如果不能补铆，采用抽芯拉铆或者焊接；